

**Vom Brauch- zum Trinkwasser**

Best.- Nr. 2022441

**Wissenschaftlich-pädagogisches Videoprogramm****Klassenstufe: 8.-10. Klasse****Dauer: 11 Minuten**

Große Teile der Menschheit leiden unter Wasserknappheit. Die meisten Europäer kennen dieses Problem jedoch überhaupt nicht. Allerdings gibt es bei uns das Problem der Wasserverschmutzung und der damit verbundenen Wiederaufbereitung zum Trinkwasser. Wir stellen im Folgenden ein Beispiel der Trinkwasseraufbereitung für eine Stadt an der Mosel vor, welche repräsentativ ist.

**Einleitung:**

Dauer: 2 min.

Wenn man der Bevölkerung jeden Tag frisches und vor allen Dingen sauberes Trinkwasser bieten will, erfordert dies große Anstrengungen. Dieses Trinkwasser dient dazu, sich zu waschen, Nahrungsmittel zu waschen oder es wird ganz einfach getrunken. Das römische Aquädukt ist ein Beispiel für die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung in der Antike.

**Die Umwandlung vom Brauch- zum Trinkwasser****1. Teil: Die Regenwasserreserve und die Anlage**

Dauer: 1 min. + 35 sec.

Der See von Madine, 40 km von Metz in Lothringen gelegen, ist ein Staubecken, in dem vor allem Regenwasser gespeichert wird. Dieser See ist für die umliegende Bevölkerung aber nicht nur wichtig für die Trinkwasserversorgung. Er dient auch zur Erholung.

Diesem Wasser, welches für die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung genutzt wird, liegen folgende Werte zugrunde: pH 7,5 - 8,5; gelöster Sauerstoff 6,6 - 14 mg/l; dH° 10 – 14 d° (hauptsächlich  $\text{HCO}_3^-$  und  $\text{Ca}_2^+$  Ionen). Es sind kaum Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) beziehungsweise Sulfationen ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) vorhanden. In der Mosel gibt es z.B. zu viele Chloridionen. Die relativ gute Qualität des Wassers ermöglicht den klassischen Weg bei der Trinkwasseraufbereitung: Ausflockung, Dekantierung, Filtern und Desinfektion.

Die Pumpstation mit dem Forellenbecken versorgt durch einen großen Zufluss die Aufbereitungsanlage von Moulins-les-Metz. Das Aquarium enthält Forellen, die äußerst sensibel auf eine Veränderung der Qualität des Wassers reagieren. Wenn die Forellen sterben bedeutet dies gleichzeitig, dass sich die Qualität des Wassers verschlechtert hat.

## **2. Teil: Die Trinkwasseraufbereitungsanlage**

### **1. Abschnitt: Bestimmung der entsprechenden Menge an Flockungsmittel**

Dauer: 40 sec.

Im Labor wird die Konzentration an Schwebestoffen getestet. Man gibt nun eine steigende Menge einer Lösung, die Eisen(III)-Ionen enthält, hinzu. Es flocken Stoffe aus. Man stellt fest, dass die entsprechende Menge an Flockungsmittel im 3. Gefäß enthalten ist.

### **2. Abschnitt: Die Regulierung**

Dauer: 15 sec.

Die Regulierungshalle ermöglicht die Menge des Trinkwassers je nach Bedarf zu regulieren. Hier gibt man auch schon etwas Flockungsmittel hinzu: eine farblose Aluminiumsulfatlösung.

### **3. Abschnitt: Die Dekantierung**

Dauer: 50 sec.

Im Dekantierungsbecken kommt das Wasser zur Ruhe. Die schweren Schwebstoffe sinken auf den Beckenboden. Das übrige Wasser wird abgeschöpft und durch Sandfilter geleitet.

### **4. Abschnitt: Das Filtrieren**

Dauer: 40 sec.

Das Filtrieren in den Sandbecken ermöglicht, Restpartikel aus dem Wasser zu entfernen. Man muss den Sand ab und zu reinigen, indem man sauberes Wasser und Luft in umgekehrter Richtung durch den Sand presst. Die anfallenden Schlämme werden aus den Becken entfernt und entsprechend behandelt.

### **5. Abschnitt: Die Desinfektion**

Dauer: 50 sec.

Trisauerstoff oder auch Ozon ist ein dreiatomiger Sauerstoff, der sich z.B. bei einer elektrischen Entladung bildet. Flüssiger Sauerstoff wandelt sich durch Erwärmung in gasförmigen Sauerstoff um. Dieser gasförmige Sauerstoff wird nun in einen Ozonisierungs-Apparat eingespritzt, wo der Sauerstoff dann partiell in Ozon umgewandelt wird (90 % O<sub>2</sub>; 10 % O<sub>3</sub>). Das Gasmisch wird dann in das Wasser geleitet. Durch die zahlreichen Blasen bekommt das Gasmisch Kontakt mit dem Wasser. Die im Wasser noch zahlreich enthaltenen Keime und Bakterien werden durch das Ozon (genauer gesagt wird durch das Ozon eine Reaktion ausgelöst, an deren Ende die Abtötung der Keime und Bakterien steht) abgetötet. Ozon zerfällt rasch wieder (im Gegensatz zur Chlorierung) und es hat auch keinen unangenehmen Beigeschmack.

## **6. Abschnitt: Filtrieren mit Aktivkohle**

Dauer: 1 min. + 2 sec.

Zuerst werden durch einen Versuch die physikalischen Eigenschaften der Aktivkohle gezeigt. Sie kann durch ihre Oberflächenstruktur hervorragend organische Substanzen herausfiltern.

Das Wasser wird durch eine Schicht der Aktivkohle geleitet. Dadurch wird die Qualität sichtbar, sowie auch vom Geschmack her, verbessert. Selbstverständlich müssen diese Kohlefilter periodisch von den Rückständen gesäubert werden.

## **7. Abschnitt: Lagerung des Wassers**

Dauer: 1 min. + 3 sec.

Die Zugabe von Chlor - in unterschiedlicher Form - ermöglicht, dass man für die mikrobiologisch gute Qualität des Wassers garantieren kann. Große Pumpen fördern das so behandelte Wasser in große Sammelbecken, wo es als Trinkwasser vor jeglicher Kontamination von außen ausgeschlossen bleibt.

## **8. Abschnitt: Die Kontrollen**

Dauer: 1 min.

Eine Kontrollstation wacht Tag und Nacht über jegliche Etappe der Trinkwasseraufbereitung. Ein angeschlossenes Labor führt regelmäßig Wasseranalysen durch. Man achtet darauf, dass insbesondere die Trinkwasserverordnungen strikt eingehalten werden. Ein Vergleich von Brauch- (unbehandeltes) Wasser mit Trinkwasser zeigt: zwei gleichzeitig angelegte Bakterienkulturen zeigten nach einigen Tagen, dass in der Brauchwasserprobe die Mikroorganismen stark zugenommen haben. Die Trinkwasserprobe zeigte fast keine Mikroorganismen mehr (die Pilze, Bakterien, Keime und Viren wurden durch die Ozonierung und Chlorierung fast vollständig zerstört). Ein gutes Trinkwasser enthält Mineralsalze .

## **Fazit:**

Dauer: 1 min. + 10 sec.

Der menschliche Verbrauch an diesem so kostbaren Gut hat durch die "Technisierung" des Haushalts (Spülmaschine, Waschmaschine, Bad (150 l pro Tag/pro Person) enorm zugenommen.

## Kenngrößen und Grenzwerte zur Beurteilung der Beschaffenheit des Trinkwassers nach der Trinkwasser-VO.

Parameter	Konzentration
Färbung (spektraler Absorptionskoeffizient)	0,5 m <sup>-1</sup>
Trübung	1,5 T. E.
Geruchsschwellenwert	2 bei 12° C, 3 bei 25° C
Temperatur	25° C
pH-Wert	6,5 – 9,5
Leitfähigkeit 2000	µS. cm <sup>-1</sup>
Aluminium (Oxidierbarkeit: 5 mg/l)	0,2 mg/l
Ammonium	0,5 mg/l
Barium	1 mg/l
Bor	1 mg/l
Calcium	400 mg/l
Chlorid	250 mg/l
Eisen	0,2 mg/l
Kalium	12 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	1 mg/l
Magnesium	50 mg/l
Mangan	0,05 mg/l

## Vorschläge für Fragen zum Film und zum Thema Wasser

1. Was ist ein Aquädukt?
2. Wieso gibt es gegen 22 Uhr eine Steigerung der Wasserverschmutzung?
3. Was bedeutet: Flockulieren, Dekantieren, Filtrieren, Desinfizieren?
4. Wieso zieht man zum Desinfizieren den Ozon O<sub>3</sub> den Chlorkomponenten vor?
5. Welches ist die Rolle der Aktivkohle?
6. Wieso befinden sich die Wasserbehälter immer in der Höhe?
7. Was ist eine Norm?
8. Welches sind die Merkmale und Eigenschaften des Trinkwassers?
9. Wieviel Trinkwasser wird durchschnittlich pro Tag pro Person verwendet? Wenn man sich wäscht - sollte man lieber duschen oder ein Bad nehmen?
10. Wie überprüft man, ob man zu Hause ein Leck in der Leitung hat?
11. Wie können Mikroorganismen am einfachsten getötet werden? Tee ist weltweit ein sehr verbreitetes Getränk. Wieso?

### Antworten

1. "Aqua" bedeutet Wasser, "duct" leiten. Ein Aquädukt dient dazu, Wasser weiter zu leiten.
2. Das Werk nimmt eine Steigerung des Wasserverbrauches wahr, da in der Werbepause mehr Wasser durch die Benutzung der Toiletten verbraucht wird.
3. Flockulieren bedeutet eine steigende Menge einer Lösung, die Eisen(III)-Ionen enthält, ins Wasser hinzuzufügen.  
Dekantieren bedeutet, das Wasser so lange in Ruhe zu lassen, bis sich die Flockungsmittel am Gefäßboden abgelagert haben.  
Filtern bedeutet, die sehr feinen Partikel durch einen Filter - hier Sand – aufzuhalten.  
Desinfizieren bedeutet, die schädlichen Bakterien, Keime und Mikroorganismen mit Hilfe von Ozon,  $\text{Cl}_2$  usw. zu töten.
4. Im Gegensatz zu Chlorstoffen hinterlässt Ozon ( $\text{O}_3$ ) keinen Nachgeschmack im Wasser.
5. Die Rolle des Aktivfilters besteht darin, riechende und farbige organische Moleküle, sowie Pestizide aufzuhalten.
6. Die Wasserbehälter/Reservoirs befinden sich immer in der Höhe, um auch die obersten Stockwerke hoher Gebäude mit Wasser versorgen zu können (Prinzip kommunizierender Röhren).
7. Eine Norm ist ein von einer Behörde festgelegter Grenzwert für das Wasser - z.B.:  $6,5 < \text{pH} < 9$ . Die Temperatur darf  $25\text{ °C}$  nicht übersteigen, da sich ansonsten die Mikroorganismen und Keime sehr schnell vermehren würden, die Ionenkonzentration  $\text{NO}_3$  muss weniger als  $50\text{ mg/l}$  betragen.
8. Das Trinkwasser muss klar, farb- und geruchlos, frisch, frei von Flockungsmitteln (diese trüben es) und von pathologischen Krankheitserregern, sowie leicht mineralisiert sein.
9. Jeder Mensch verbraucht durchschnittlich pro Tag 150 Liter Wasser. Wenn man ein Bad nimmt, verbraucht man die dreifache Menge an Wasser als dann, wenn man duscht.
10. Um festzustellen, ob man zu Hause ein Leck in der Wasserleitung hat reicht es, abends vor dem Schlafengehen den Wasserzähler abzulesen und dann wiederum morgens nach dem Aufstehen; gibt es keinen Unterschied, so bedeutet das, dass die Leitung kein Leck hat.
11. Die Keime und Krankheitserreger werden bei hohen Temperaturen getötet. Es reicht, wenn man das Wasser abkocht. In vielen Ländern in denen es keine Kläranlagen gibt, bedeut für die Leute Tee trinken, keimfreies Wasser zu trinken.

### Empfohlene Zusatztätigkeiten

1. Weisen Sie nach, dass Aktivkohle Methylblau aufsaugt.
2. Legen Sie in einem süßen Milieu Kulturen mit Wasser an, welches Sie von verschiedenen Orten nehmen: Leitungswasser, Wasser aus einer Flasche, einem Tümpel, einer Pfütze oder einem Fluss.
3. Führen Sie einen Geschmackstest mit verschiedenen Wasserarten (Flaschenwasser unterschiedlicher Hersteller) durch.
4. Lesen Sie den Aufdruck auf den Wasserflaschen.
5. Versuchen Sie festzustellen, woher das Leitungswasser der Schüler kommt...